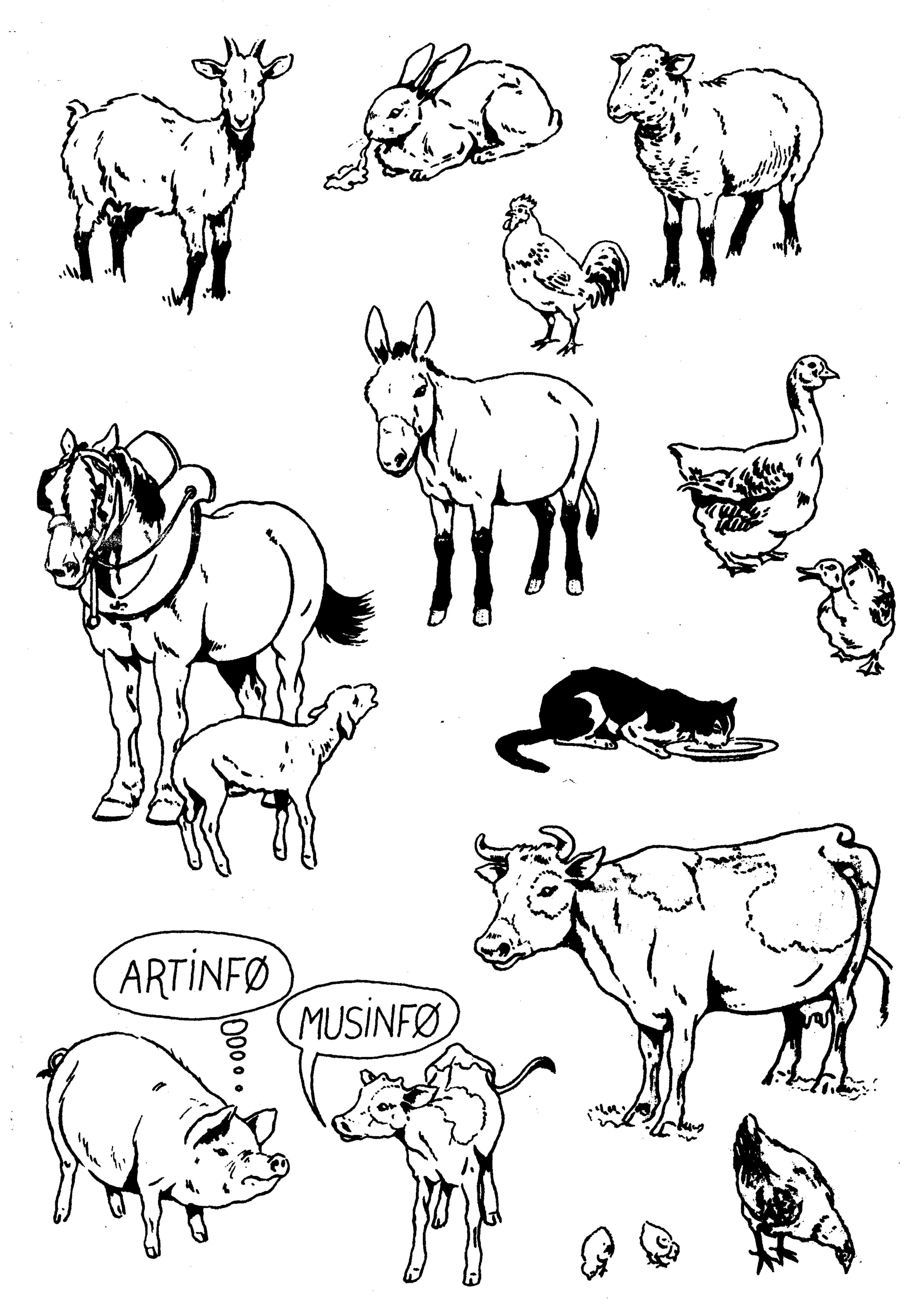

ARTINFØ
MUSINFØ

NOTE DE L'EDITEUR

CURIEUX : UNE NOUVELLE RUBRIQUE DANS NOTRE HONORABLE REVUE, LA NOTE DE L'ÉDITEUR.

L'IDÉE : PRÉSENTER QUELQUE PEU LES AUTEURS DES ARTICLES, ET LES ACTIVITES RÉCENTES DU GROUPE ART ET INFORMATIQUE DE VINCENNES, AUTANT QU'UNE PUBLICATION À PÉRIODICITÉ QUASI ALÉATOIRE PUISSE EN RENDRE COMPTE.

AUJOURD'HUI NOUS AVONS UN ARTICLE ÉCRIT PAR JEAN-FRANÇOIS DEGREMONT ET GÉRARD PARESYS, TOUS DEUX ÉTUDIANTS EN INFORMATIQUE ET EN MUSIQUE À PARIS 8. CET ARTICLE VISE À PRÉSENTER, POUR LES AUTRES ÉTUDIANTS LE FONCTIONNEMENT D'UNE PARTIE DU SYSTÈME DE SYNTHÈSE HYBRIDE DU GROUPE, DE SES POMPES ET DE SES OEUVRES. LE TOUT ASSORTI D'EXEMPLES DE COMPLEXITÉ CROISSANTE À PARTIR DE ZÉRO.. JEAN-FRANÇOIS DEGREMONT A AUSSI CONÇU CE NUMÉRO 26.

NOTRE AUTRE ARTICLE REPREND UNE PARTIE DU MÉMOIRE DE MAÎTRISE DE LOUIS AUDOIRE, HARDISTE ET VISIONNAIRE (IL S'AGIT EN EFFET D'UN DISPOSITIF DE TELEVISION COULEURS PORTABLE, CONÇU POUR LES ARTISTES ET NÉANMOINS TOTALEMENT CONTRÔLÉ PAR UNE TROUBLANTE MACHINE : L'ORDINATEUR). CE SYSTÈME A LARGEMENT FAIT SES PREUVES, COUPLÉ À LA MUSIQUE LORS DE DEUX CONCERTS QU'A RECEMMENT DONNÉS LE GROUPE : LE PREMIER POUR LA HESSISCHER RUNDFUNK À FRANKFURT-AM-MAIN, L'AUTRE POUR TON ART À LA KUNSTHAUS DE ZÜRICH.

J.A.

PLOINK

GÉRARD PARESYS JEAN-FRANÇOIS DEGREMONT

ARTINFO/MUSINFO n° 26

1 - LES ADVERSAIRES EN PRESENCE

1.1 - LE MUSICIEN-PROGRAMMEUR

1.2 - L'INSTRUMENT DE MUSIQUE FORMÉ DE :

1.2.1 - LA TELETYPE

C'est la liaison Musicien-Instrument. Elle code les lettres frappées sur son clavier en trains d'impulsions électriques compréhensibles par l'INTEL.

1.2.2 - LES 4 CLES DE 8 BITS (made by D. Roncin)

C'est aussi une liaison Musicien-Instrument. Elles permettent d'intervenir en temps réel pendant l'exécution d'un programme en injectant des valeurs variables dans les registres de l'INTEL.

1.2.3 - L'INTELLEC

C'est le microprocesseur, la bête, la chose, le truc, le monstre. Pour plus de renseignements quant à sa structure et aux éléments de sa programmation voir :

POLY D'INTELGREU . Patrick GREUSSAY, Avril 1977

1.2.4 - LE 4-DAC ET LE 8-DAC A GAIN VARIABLE

L'INTEL, comme tout bon ordinateur qu'il est ne communique avec le monde qui l'entoure que par des trains d'impulsions électriques, des zéros et des uns, du courant ou pas de courant.

On dit de ce genre de fonctionnement qu'il est digital. Pourquoi pas?

Le synthétiseur VCS3 (voir plus loin), lui par contre ne connaît que des VARIATIONS de voltage, d'intensité de courant. Ce n'est plus OUI-NON mais UN PEU PLUS-UN PEU MOINS. Ce mode de fonctionnement est dit analogique.

On voit donc la nécessité d'un traducteur de langage digital en langage analogique. Tel est le rôle du 4-DAC (en clair : Convertisseur Digital Analogique à 4 voies), ou du 8-DAC (pareil, mais à 8 voies et gain variable).

1.2.5 - <u>UN SYNTHETISEUR EMS VCS3</u>

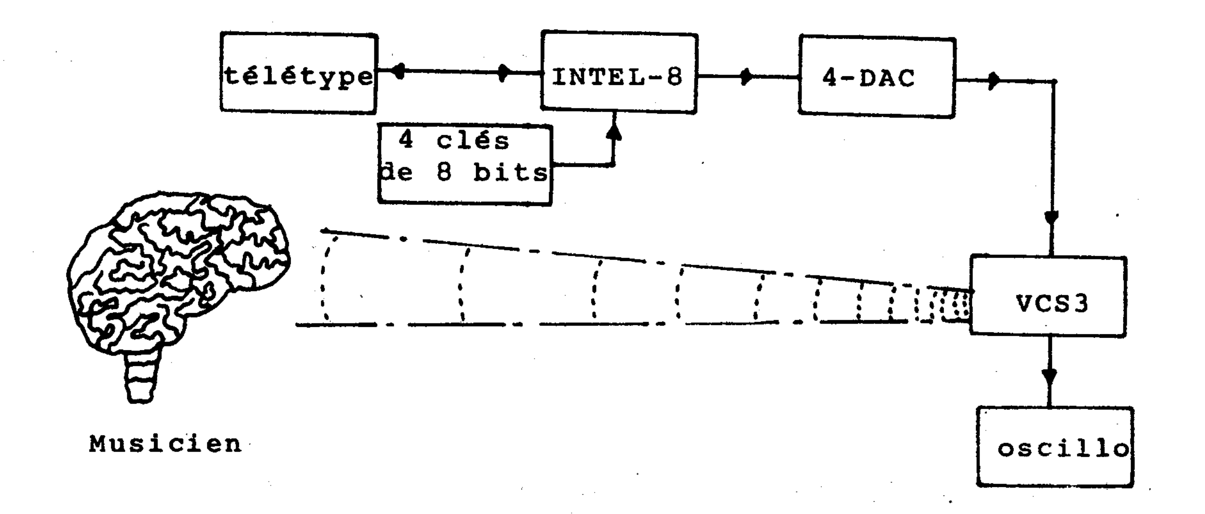
Il transforme le signal envoyé par l'INTEL en une vibration sonore. Ce miracle de la science se fait grâce à 3 oscillateurs de gammes différentes, un générateur de bruit blanc et coloré, un filtre multifonction, un modulateur à anneaux, un générateur d'enveloppes, une réverbération.

Ne pas s'affoler devant cet énoncé. Aller au labo d'informatique et toucher les boutons!! Cela viendra très vite.

Dans l'état actuel de nos connaissances et possibilités matérielles, le synthétiseur n'est pas entièrement "piloté" par l'INTEL. Toute recherche ou apport dans ce sens sont vivement appréciées.

1.2.6 - <u>UN OSCILLOSCOPE</u>

Il permet la visualisation sur un écran cathodique de ce qui est entendu.



2-PRELIMINAIRES

2,1 - Ce qui suit suppose que le lecteur connaît les instructions INTELGREU. Notre but est de considérer quelques programmes musicaux simples. Pour tout renseignement d'ordre théorique, consulter le poly (à paraître dans un prochain numéro d'ARTINFO/MUSINFO), son auteur, les piliers du laboratoire.

2,2 - Il est vivement recommandé après avoir lu et fait ces exercices de "passer à l'acte", de tester et de proposer d'autres exercices, de faire des concerts.

3- PREMIER PROBLEME

Définir et exécuter une mélodie. La plus simple : PIN-PON-PIN-...

3.1 - Petits détails : en utilisant le 4-DAC, à chaque note est associée une valeur constante de 00 à FF en héxa. Le 4-DAC est étalonné de la façon suivante :

8 intervalles hexa ≡ 1/2 ton

exemple :

00 ≡ DO
08 ≡ DO#
.
.
60 ≡ DO8

Ce n'est qu'un exemple. On peut, en règlant manuellement la fréquence de sortie du VCS3 transposer cette échelle, les intervalles étant conservés.

3.2 - Autres petits détails : les 4 voies du 4-DAC s'appellent OC, OD, OE, OF. C'est une de ces voies qui sera appelée pour sortir une note de l'INTEL.

3.3 - Le problème posé en 3 devient donc : comment introduire dans la bête les valeurs associées aux notes désirées, comment les faire sortir de la bête, comment faire durer une note.

3.4 - PROGRAMME

adresse d'implantation (par exemple)	instructions		commentaires
1000	LAI 00	→	par ex. DO
1002	OUT 0C	→	par ex. voie 0C
1003	LAI 18	→	par ex. RE#
1005	OUT 0C	→	sur la même voie
1006	JMP= 1000	→	et on recommence

3.5 - Si l'INTEL-8 exécutait ce programme, cela se passerait en environ 100 microsecondes par boucle. C'est beaucoup trop rapide (mélodie répétée 10 000 fois/seconde) pour être audible. Il faut donc trouver une astuce pour ralentir tout cela.

3.5.1 - ASTUCE

On demande la sortie d'une note.

On perd du temps pendant que la note dure.

On passe à une autre note,

etc...

3.5.2 - SOUS PROGRAMME QUI PERD DU TEMPS

1100	:T	définition d'étiquette
1100	LBI FF	pour que ce soit long
1102	LCI FF	très long
1104	DCC	
1105	JFZ=1104	1ère boucle
1108	DCB	
1109	JFZ=1102	2ème boucle
110C	RET	fin de sous programme

On a fait compter l'ordinateur en décrémentant deux registres. On a imbriqué 2 boucles car 1 seule était insuffisante. Comment modifier la durée d'une note? On le fait compter moins longtemps si on veut une note plus brève, et plus longtemps si on veut une note plus longue. Donc on fait varier les valeurs hexa rentrées dans B et C.

Base : si on met FF dans B et C, chaque note temporisée durera 2,5 secondes environ.

3.6 - Reprenons : Pin-Pon Temporisé

```
1000        LAI  00
            OUT  0C
            CAL  :T     <-- appel du sous programme implanté
            LAI  18                             par ailleurs
            OUT  0C       |
            CAL  :T     <-'
            JMP  1000
```

et ça marche!!

4- DEUXIEME PROBLEME

Faire exécuter par le système une octave descendante par 1/2 tons à partir de DO^4, jouée en noire à 120 et ce, répété à l'infini. Rappel pour les non musiciens : noire à 120 = 120 noires dans la minute.

Solution : on implante le programme de temporisation en 1100 (par exemple) avec les valeurs de B et C suivantes :

si FF fois FF font durer une note 2,5 secondes

$\frac{FF}{5}$ fois FF font durer une note $\frac{2,5}{5}$ secondes

$\frac{FF}{5} \simeq 33$ et $\frac{2,5}{5} = 0,5$ secondes

Or la noire à 120, c'est une note par 0,5 secondes, donc : mettre 33 dans B et FF dans C.

```
    :1
1   LEI 0D      compteur E à 0D (on va jouer 13 notes)
    LAI 60      en réglant le VCS3 pour que  60 ≡ DO4
    :2
2   OUT 0C
    CAL :T
    SUI 08      A = A - 8 (on descend de 1/2 ton)
    DCE         E = E - 1
    JTZ :1
    JMP :2
```

Et toc!

5- TROISIEME PROBLEME

Faire un glissando montant d'une 9ème majeure répété à l'infini.

Solution : - Dans le problème précédent, les intervalles étaient de 1/2 ton (rappel : sur 4-DAC 1/2 ton ≡ 08 hexa). Pour faire un glissando, on va emettre une suite de notes aussi faiblement espacées que possible : 1/16ème de ton ≡ 01 hexa

- Une 9ème majeure ≡ 70 hexa sur le 4-DAC

- Tempo : pour que le glissando soit assez rapide, on peut faire deux choses :

. soit modifier les valeurs contenues dans B et C lors de l'exécution de T (par exemple B = 02 et C = FF)

. soit commander la tempo par les 4 clés de 8 bits. Prenons par exemple la clé 04. Il suffit de modifier l'instruction 1100 de Tempo comme suit :

```
1100   :T         →   1100   :T
1100   LBI FF         1100   INI 04  → met dans A ce qui est affiché
                      1101   LBA       sur les 8 bits de la clé 04
                                     → met A dans B
```

- Programme :

```
     :1
1    LAI 20    →  pourquoi ne pas partir de 20?
     :2
2    OUT 0C
     CAL :T
     ADI 01    →  A = A + 1
     CPI 90    →  flag positionné par A-90 (90 : 20+70 : note de
     JTZ :1    →  test sur flag                départ + intervalle)
     JMP :2
```

1ère remarque : on n'utilise plus un compteur de notes mais on teste si on est arrivé sur la dernière note de la séquence.

2ème remarque : certains d'entre vous ne manqueront pas de remarquer que ce programme accouplé au sous-programme Tempo modifié pour l'utilisation des clés d'accès direct ne TOURNE PAS !!

6-QUATRIEME PROBLEME

Pourquoi?

Solution : l'instruction 1100 modifiée dans Tempo écrase la valeur courante du glissando qui est dans A, donc il faut sauvegarder A dans le programme glissando avant d'appeler Tempo.

```
        :1
1       LAI 20
        :2
2       LEA       →    on sauve A dans E
        OUT 0C
        CAL :T    →    A est écrasé pendant T
        LAE       →    on récupère A dans E
        ADI 01
        CPI 90
        JTZ :1
        JMP :2
```

7-CINQUIEME PROBLEME

Construire un programme qui génère des mélodies aléatoires.

2 paramètres : - le rythme
- la hauteur des notes

Solution : dans le programme il y a un sous-programme qui crée un nombre aléatoire qui servira à définir soit une hauteur, soit une durée de note.

Le voilà :

```
:A
ADA
RFS
XRI 7D
RET
```

merci Monsieur GREUSSAY.

Servons nous en

```
LAI 08    → par exemple pour initialiser l'aléatoire
:1
CAL :A
OUT 0C
CAL :T
JMP :1
```

C'est facile : cela sort des notes de hauteur aléatoire et de même durée.

8-SIXIEME PROBLEME

Compliquons : varions la durée.
Il faut modifier le Tempo (cf. 3.5.2) pour que la longueur d'une note puisse être "imposée" de l'extérieur du sous-programme.

Solution :

```
1100 :T
1100 LCI FF
1102 DCC
1103 JFZ=1102
1106 DCB
1107 JFZ=1100
110A RET
```

et il faudra charger B de l'extérieur, par exemple avec une valeur aléatoire.

PROGRAMME ALEATOIRE EN HAUTEUR ET EN DUREE

```
        LAI   08
        :1
        CAL   :A
        OUT   0C
(*)     LBA
        CAL   :T
        JMP   :1
```

On voit que le même aléatoire est utilisé pour hauteur et durée. On a donc une corrélation dans la mélodie : les aigües sont plus longues et les graves sont plus courtes.

On peut vouloir la corrélation inverse, pour ce faire on temporise par (FF - valeur de A).

On remplace à partir (*) par :

```
LEA
LAI   FF
SUE

LBA
CAL   :T
JMP   :1
```

c'est bestial, mais ça marche!!

9 - SEPTIEME PROBLEME

On peut aussi vouloir rythme et durée complètement indépendants.

Solution

On rappelle :A avant de temporiser.
A partir de (*) remplacer par :

```
CAL  :A
LBA
CAL  :T
JMP  :1
```

On peut aussi vouloir des aléatoires, mais seulement certaines aléatoires. Si on prend n'importe quelle aléatoire, les hauteurs correspondantes peuvent prendre toutes les valeurs possibles de 16° de ton en 16° de ton, sur toute l'échelle du DAC.

Faisons un filtre qui ne laissera sortir que des notes espacées, par exemple de 1/8 de ton.

Après chaque appel CAL :A pour les hauteurs ajouter l'instruction NDI FE.

Explication : FE est en binaire 1111 1110
NDI est l'instruction "ET logique bit à bit" elle met systématiquement le dernier bit à droite à 0. Cela transforme les aléatoires dont le dernier bit est à 1 en aléatoire avec 0 à droite, donc plus de 16° de ton.

De même, pour avoir des mélodies en :

1/4 de ton faire	NDI	FC	FC = 1111 1100
1/2 ton faire	NDI	F8	F8 = 1111 1000
1 ton faire	NDI	F0	F0 = 1111 0000
en tierce majeure faire	NDI	E0	E0 = 1110 0000
en quinte augmentée "	NDI	C0	C0 = 1100 0000

10 - HUITIEME PROBLEME

Maintenant le luxe des luxes : un séquenceur

Solution :

```
LHI  12
LLI  00
:1
LAM
OUT  0C
CAL  :T     → celui de 3.5.2
INL
JMP  :1
```

On lit toute la mémoire à partir de l'adresse 1200 jusqu'à la fin des temps (à la fin de la mémoire, il repart au début de la mémoire). Si on a placé à partir de 1200 les valeurs correspondantes à la mélodie désirée, cela l'exécute.

Supposons désirée une mélodie de n notes ($n \leq 256$) répétée indéfiniment

```
:0
LHI  12
LLI  00
:1
LAM
OUT  0C
CAL  :T
INL
LAI  n      ←   le nombre de notes de la mélodie
SUL
JFZ  :1
JMP  :0
```

Exercice : faire un séquenceur où les durées des notes ne sont ni constantes, ni aléatoires (répétitif en hauteur et durée).

11 - NEUVIEME PROBLEME

Faire une mélodie répétitive en hauteur, mais pas en durée.

Solution : tempo aléatoire

```
:0
LHI  12
LLI  00
:1
LAM
OUT  0C
CAL  :A
LBE
```

```
CAL   :T        ←       tempo du 6ème problème
INL
LAI   n
SUL
JFZ   :1
JMP   :0
```

Il faut modifier l'aléatoire de telle sorte que la valeur courante ne soit pas dans A (erreur de même type que celle du 4ème problème).

```
:A
LAE
ADA
LEA
RFS
XRI   7D
LEA
RET
```

12 - DIXIEME PROBLEME

Do it yourself ...

LOUIS AUDOIRE

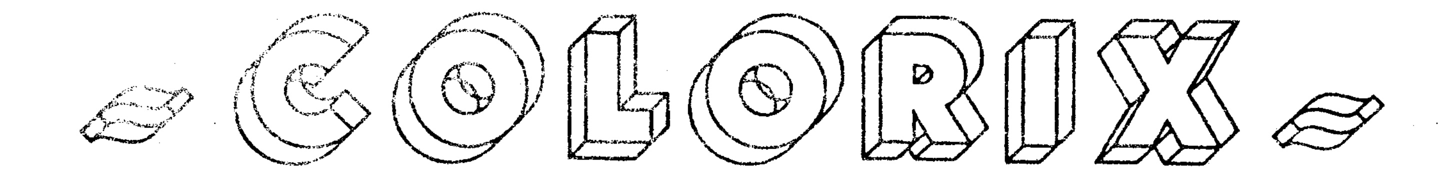


TABLE DES MATIERES

COLORIX

COLORIX : un périphérique de visualisation couleur pour informaticien.

Nous tenterons ici d'expliciter la démarche qui a conduit à la conception puis à la réalisation d'un synthétiseur d'images colorées connecté à un ordinateur, et d'en décrire les possibilités d'utilisation.

Nous essaierons en cet endroit d'être synthétique, compréhensible pour le non-initié, sans entrer dans des considérations techniques absconses. Nous renvoyons le lecteur curieux aux descriptions plus fines et aux plans qui constituent la notice technique de COLORIX.

I - POURQUOI AVOIR CONCU COLORIX ?

A - HISTORIQUE

Le Département d'Informatique de l'Université de Paris 8 (Vincennes) n'était, à sa création, qu'un département de sensibilisation à la technique informatique : ce qui a eu l'avantage d'attirer toute une population d'étudiants que l'informatique conventionnelle rebutait ; essentiellement des étudiants en arts plastiques recherchant de nouvelles techniques de création, des musiciens attirés par les méthodes d'analyse offertes par l'informatique, mais aussi des informaticiens désireux d'utiliser les ordinateurs hors les chemins connus de la gestion et du calcul scientifique.

Les étudiants plutôt orientés sur la composition proprement picturale utilisèrent tout d'abord avec acharnement les périphériques standard, en les détournant quelque peu de leur utilisation habituelle, voire en mettant en jeu des modifications ad hoc de ces périphériques :

- tables traçantes ;
- imprimante et télétype servant à imprimer des codes de points colorés ;
- perforateur de cartes utilisées pour la confection automatique de pochoirs ;
- télétype dont les caractères sont remplacés par des tampons encreurs ;
- perforateur de ruban agissant sur de la pellicule de cinéma.

Ces périphériques restèrent néanmoins mal adaptés à de telles utilisations, ce qui nous a amené à définir un périphérique spécialisé pour des applications artistiques.

B - CONTRAINTES DU PROJET

Le projet se devait donc de répondre à un certain nombre de désidérata tenant tout d'abord aux artistes eux-mêmes, mais aussi aux possibilités locales.

Que souhaitaient les artistes plasticiens ? Avant tout un système qui permette de traiter dans des conditions pas trop acrobatiques de l'information colorée. La recherche théorique en *Computer Art* au sein du *Groupe Art & Informatique de Vincennes* est en effet focalisée sur les problèmes de perception colorée. Encore fallait-il

disposer d'un nombre suffisament grand de couleurs pour obtenir un résultat satisfaisant ; l'impression colorée étant la résultante optique d'un mélange de couleurs, il convenait de surcroît, pour obtenir un *fondu* de bonne qualité, que les *grains* élémentaires de couleur soient suffisament petits, que d'autre part on puisse transformer une image dans un temps pas trop supérieur à la rémanence visuelle des images.

Du point de vue de l'accès au système, force était d'assister sur la nécessité absolue d'une programmation ne nécessitant pas de préparation proprement informatique approfondie. Autant que possible on devait obtenir une utilisation en temps réel, de préférence interactive.

Du point de vue technologique, il était impératif que COLORIX soit connectable de façon aisée et rapide sur n'importe quel ordinateur ou mini-ordinateur : les exemples sont trop fréquents en effet de périphériques devenant inutilisables du fait de la non disponibilité d'unités centrales affectées à des tâches prioritaires (l'enseignement, dans le contexte universitaire) ou simplement en panne prolongée. Cette question de la portabilité du système est bien entendu encore avivée par les contraintes artistiques : nécessité d'avoir à transporter le système parfois fort loin pour une manifestation publique, et à connecter rapidement le système à l'ordinateur existant.

Enfin, fondamental pour le projet, était le critère économique, nos moyens de ce côté étant pour le moins limités.

II - DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'APPAREIL REALISE (1)

A - DESCRIPTION EXTERNE

COLORIX se présente extérieurement ainsi :

- téléviseur couleur connecté à un coffret renfermant l'électronique, lui-même relié par câbles à l'ordinateur, sur l'écran on peut faire apparaître une image couleur composée par programme ;

(1) *En réalité une première version a été réalisée en 1973, version qui utilisait un tambour magnétique comme mémoire ; ceci entraînait plusieurs inconvénients :*

a) non portabilité (le tambour était celui d'un CAB 500 ; poids : 100 kg) ;

b) prix éventuellement prohibitif, au delà du prototype qui utisait un tambour de récupération ;

c) signaux non compatibles avec ceux de la télévision domestique ;

d) faible possibilité d'animation en temps réel, liée à la latence de l'accès au tambour.

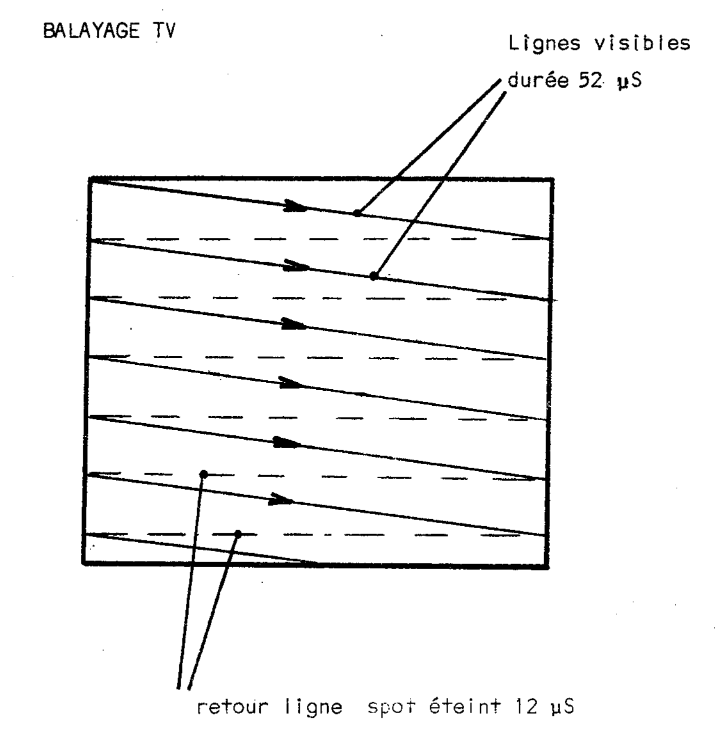
- l'écran peut être considéré comme la visualisation d'une matrice comportant lignes et colonnes, définissant ainsi un quadrillage ;

- chaque petit carré est susceptible, par programme, de recevoir la couleur désirée, choisie dans une gamme très étendue (4096 teintes possibles) ;

- par la suite nous désignerons par *P.C.* le petit carré, ou *point colorix.*

B - RAPPEL SUR LE PRINCIPE DU BALAYAGE DE TELEVISION

Une image de télévision est constituée par le déplacement d'un faisceau très fin d'électrons venant impressionner une couche sensible formant ainsi un *spot*. Ce faisceau se déplace de haut en bas, et, ligne par ligne, de gauche à droite (phase visible). Le retour à la ligne du faisceau éteint, de droite à gauche, s'opère très rapidement. Quand le spot est en bas de l'écran, il remonte en position haute : ce *retour trame* a une durée égale à celle du balayage de 25 lignes. (voir figure 1)



- figure 1 -



trajet du balayage visible

trame impaire

trame paire

image complète (TRAME 1 + TRAME 2)

retour TRAME 1

retour TRAME 2

(en réalité le spot remontera en effectuant le trajet fictif de 25 lignes)

En fait, pour constituer une image, on balaiera deux fois l'écran de façon décalée : une image TV est donc faite de deux demi-images entrelacées appelées TRAME 1 (impaire) et TRAME 2 (paire). (voir figure 2, page suivante)

L'image complète est formée, on le voit, par la succession des trames 1 et 2.

Opérations successives nécessaires à la formation d'une image complète sur 625 lignes (c'est-à-dire 625 fois le temps nécessiare au balayage d'une ligne, égal à 64 µS):

image complète 625 lignes	1ère demi-image	retour balayage TRAME 1 durée : 25 lig.		PARTIE NON VISIBLE
		balayage TRAME 1 : 287,5 lig.		PARTIE VISIBLE
	2ème demi-image	retour TRAME 2 durée : 25 lig.		PARTIE NON VISIBLE
		balayage TRAME 2 : 287,5 lig.		PARTIE VISIBLE

Donc, pour une image complète (TRAMES 1 et 2), nous aurons 50 lignes sur 625 qui ne seront pas utilisées pour une information visuelle. Dans ces conditions nous ne pouvons voir sur l'écran que 575 lignes par image, soit deux fois 287,5 lignes.

C - CHOIX DE LA DEFINITION DE COLORIX

Le nombre de P.C. dans la réalisation actuelle a été limité à 4047 (environ 4 K mémoire), soit une matrice de 57 lignes × 71 colonnes. Pour chaque P.C. l'information-couleur tient sur 12 positions binaires, soient 4096 combinaisons possibles. Tentons d'expliquer ces choix.

Les critères de base, dans l'ordre d'importance, sont les suivants :

- obligation d'utiliser les normes standard 625 lignes décrites précédemment ;
- utiliser au maximum les 575 lignes visibles par image ;
- utiliser au mieux les 4 K mots dont on dispose dans la mémoire propre de COLORIX ;
- obtenir des P.C. élémentaires aussi carrés que possible (L/H = 1)

La consultation du tableau ci-après (figure 4), calculé pour orienter notre choix, rend clair que le second critère est au mieux respecté (seules 2 lignes TV ne sont pas utilisées) pour 57 lignes et 71 colonnes (soient 5 lignes TV identiques = 1 ligne de P.C.). Le rapport L/H du P.C. élémentaire y est satisfaisant (L/H = 1,07). Par contre, sur 4096 mots mémoire, 49 ne seront pas utilisés.

De surcroît, 57 et 71 offrent l'avantage, du fait de leur imparité, de permettre l'obtention d'un carré central (le 2024ème).

Si l'on avait privilégié le troisième critère, on aurait pu choisir aussi 56 lignes × 73 colonnes. Dans ce cas 7 lignes TV n'auraient pas été utilisées sur 287,5, et 8 mots mémoire ne seraient pas utilisés.

NOMBRE DE LIGNES ET COLONNES DE P.C. POUR UNE MEMOIRE DE 4096

nb. de lignes de P.C X_1	nb. de lignes TV par P.C. *(1)*	nb. de colonnes de P.C. *(2)*	nb. de lignes TV utilisées X_{TV}	nb. de lignes TV non utilisées *(3)*	nb. de mémoires non utilisées R_m	format du P.C. L/H *(4)*
58	4	70	232	55	36	1,10
→ 57	5	71	285	[2]	49	1,07
56	5	73	280	7	[8]	[1,02]
55	5	74	275	12	26	[0,98]
54	5	75	270	17	46	0,96
53	5	77	265	22	15	0,92
52	5	78	260	27	40	0,89
51	5	80	255	32	16	0,85

- Figure 4 -

(1) plus grand X *possible pour obtenir* $X_{TV} \leq 287$

(2) plus grand diviseur de $4096/X_1$, *le reste donne* R_m

(3) $287 - X_{TV}$ *(rappel : 287 représente le nombre de lignes visibles dans une 1/2 image)*

(4) le format TV étant de 4/3

$$\frac{L}{H} = \frac{4 \times \text{nb. de lignes P.C.}}{3 \times \text{nb. de colonnes P.C.}}$$

III - SYSTEMES SYNCHRONES / SYSTEMES ASYNCHRONES

L'interconnexion d'un ordinateur, d'une mémoire et d'un écran ont suscité à ce jour plus d'une solution technique. Il nous est apparu qu'elles n'étaient guère adéquates au but que nous nous étions fixés, ce qui nous a amené à reprendre la question à la base. Ceci explique que nous allons décrire ci-dessous des solutions préconisées, puis abandonnées, au cours de notre recherche, éclairant ainsi le pourquoi des solutions retenues dans COLORIX.

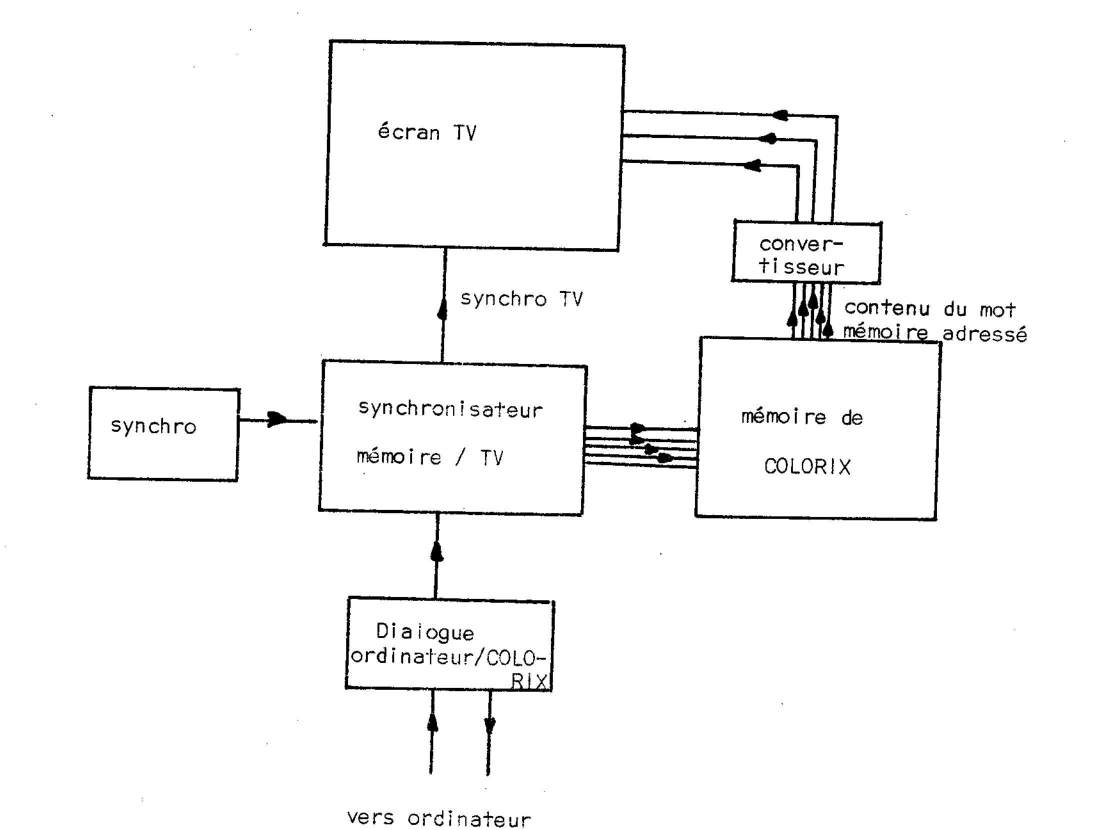
A - DISCUSSION DES SYSTEMES SYNCHRONES

Le contenu de l'image devant apparaître sur l'écran est stocké dans une mémoire de 4 K mots de 16 bits (2 plaques mémoire du micro-ordinateur INTELLEC 8, référence : Imm 6-28) de cycle 1 µS (c'est-à-dire qu'il faut 1 µS pour lire, ou écrire, une information dans la mémoire).

La solution semble, à première vue, simple : il suffirait de lire le contenu de la mémoire en synchronisme avec le balayage de l'écran.

(voir figure 5)

- SYSTEME SYNCHRONE -



- Figure 5 -

Le cycle mémoire est de 1 µS, une ligne TV standard-625 lignes dure

$$52\ \mu S + 12\ \mu S \text{ (de retour ligne)} = 64\ \mu S$$

Il faudrait donc, en 52 µS, lire 71 (définition choisie) positions mémoire;or, nous ne disposons pas d'un cycle de lecture égal à

$$\frac{52}{71} = 0{,}732\ \mu S ,$$

notre mémoire est donc beaucoup trop lente pour effectuer ce travail.

Si nous utilisions une mémoire à cycle de 700 ns, il serait possible d'utiliser ce principe, mais un autre inconvénient apparaîtrait : le manque de disponibilité de la mémoire vis-à-vis de l'ordinateur.

Dans un système synchrone les seuls temps libres pour accéder à la mémoire (la TV ayant une priorité absolue : son balayage est un paramètre incompressible) sont :

- le temps des 50 lignes non visibles du retour trame,
  soit
  $$50 \times (52 + 12) = 3200\ \mu S \ ;$$
- les 12 µS du retour ligne qui se fait spot éteint à la fin de chaque ligne
  soit
  $$12 \times (625 - 50) = 6900\ \mu S \ ;$$

au total donc un temps libre d'accès, dans le sens ordinateur → mémoire de COLORIX de

$$3200 + 6900 = 10100\ \mu S \qquad (1)$$

par image complète. Comme une image dure 40000 µS (625 × 64 µS) notre *pourcentage de liberté* serait dans ce cas de

$$\frac{10100}{40000} \times 100 = 25\ \%$$

En d'autres termes, un quart seulement du temps que dure une image peut être utilisé pour le dialogue de COLORIX avec l'ordinateur, dans un système entièrement synchrone.

Si l'on suppose que l'ordinateur peut fournir un débit de 100000 nouveaux P.C. par seconde, soit 1 P.C. par 10 µS, on pourra donc changer pendant le temps de balayage d'une image TV complète

$$\frac{10100}{10} = 1010 \text{ P.C. par image TV de 4047 P.C.} \ :$$

une nouvelle image apparaîtra donc,au mieux, toutes les 4 images TV (soit une image toutes les 4 × 40 ms = 160 ms

soit une cadence d'environ 6 images par seconde).

Ceci réduit très fortement la notion de temps réel que l'on s'était donnée comme objectif (ce qui empêche l'animation en direct).

(1) *Si nous étions dans un contexte de transmission TV par ondes hertziennes, ces 10 ms seraient susceptibles d'être utilisées pour la transmission d'informations non-vidéo.*

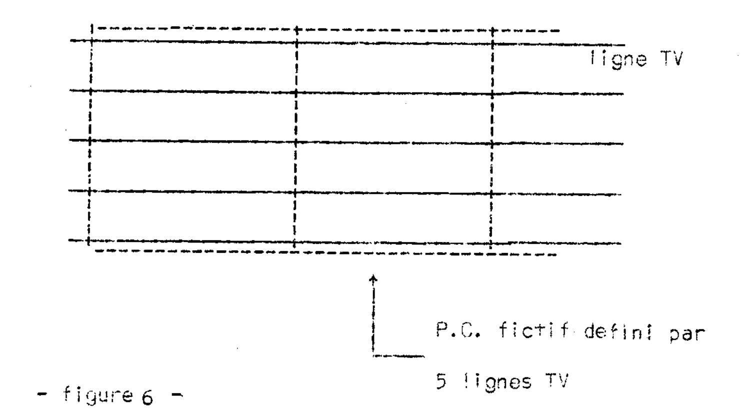
Nous allons voir comment ont été tournées ces 2 difficultés

(- cycle mémoire trop grand et

- temps libre d'accès à l'ordinateur trop faible).

B - PRINCIPE DE REALISATION D'UN SYSTEME ASYNCHRONE

Il faut se rappeler qu'à une ligne formée de 71 P.C. correspond, en réalité sur l'écran, à un balayage de 5 lignes TV *identiques*.



- figure 6 -

Nous allons mettre à profit le fait que l'on répète 5 fois la même information pour gagner du temps d'accès mémoire, et ceci en utilisant 2 ***registres tampon rapide*** représentant chacun une ligne de P.C.

Le processus devient le suivant : la représentation mémoire d'une ligne de points est chargée dans un registre rapide, et ce à la vitesse maximum de lecture mémoire, soit 1 µS par P.C.; la mémoire est donc occupée pendant 71 µS.

Pendant ce temps le second registre rapide se vidait sur l'écran à la vitesse de balayage du spot, et ce durant le temps correspondant à 5 lignes, soit

$$64 \times 5 = 320 \ \mu S.$$

La différence 320 - 71 = 249 µS représente le temps durant lequel la mémoire est libre d'accès pour l'ordinateur, et ce pour une ligne de P.C..

A chaque ligne de P.C. (5 lignes TV) apparaissant sur l'écran, la mémoire est occupée pendant 71 µS, soit pour une image complète (2 trames)

$$(71 \times 57) \times 2 = 8094 \ \mu S,$$

sur 40000 S que dure une image.

Il reste donc

$$40000 - 8094 = 31906 \ \mu S$$

librés par image pour l'ordinateur, soit un pourcentage de liberté de

$$\frac{31906}{40000} \times 100 = 80 \ \% ,$$

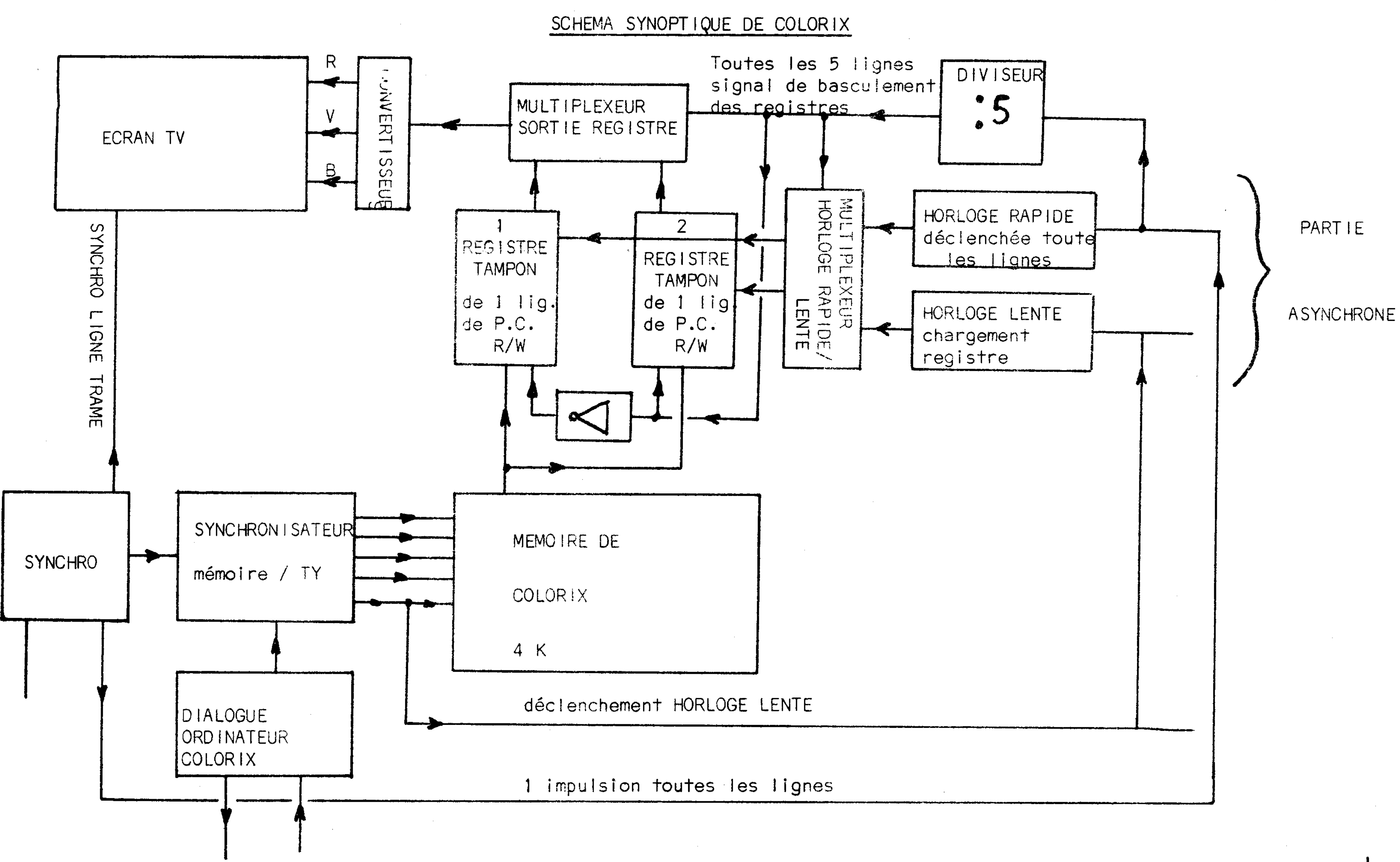
résultat bien supérieur aux 25 % précédents.

Si nous nous plaçons dans les conditions du précédent système (débit d'information ordinateur de 100000 P.C./S), pour une image TV, nous aurons le temps de modifier :

$$\frac{31906}{10} = 3190 \text{ P.C.}$$

résultat bien supérieur aux 1010 P.C. précédents.

Nous pouvons donc renouveller complètement le contenu de la mémoire en environ 50 mS, une possibilité d'animation à 20 images par seconde nous est donc ainsi offerte. Par ce système nous accédons à l'animation d'images en temps réel.


SCHEMA SYNOPTIQUE DE COLORIX
ECRAN TV
R
V
B
CONVERTISSEUR
MULTIPLEXEUR SORTIE REGISTRE
Toutes les 5 lignes signal de basculement des registres
DIVISEUR :5
1 REGISTRE TAMPON de 1 lig. de P.C. R/W
2 REGISTRE TAMPON de 1 lig de P.C. R/W
MULTIPLEXEUR HORLOGE RAPIDE/ LENTE
HORLOGE RAPIDE déclenchée toute les lignes
HORLOGE LENTE chargement registre
PARTIE ASYNCHRONE
SYNCHRO LIGNE TRAME
SYNCHRO
SYNCHRONISATEUR mémoire / TY
MEMOIRE DE COLORIX 4 K
DIALOGUE ORDINATEUR COLORIX
déclenchement HORLOGE LENTE
1 impulsion toutes les lignes

IV - PROBLEMES LIES A LA TELEVISION EN COULEUR

A - LE TELEVISEUR COULEUR ET SON PRINCIPE

Il nous faut rappeler que la télévision couleur est fondée sur la synthèse additive trichrome. Toutes les couleurs peuvent, en effet, être reproduites par la combinaison de trois couleurs primaires : Rouge, Vert et Bleu (R. V. B.).

A faible distance l'oeil peut séparer des éléments de couleur différente même rapprochés, alors qu'à distance normale d'observation d'un écran de télévision en couleurs la sensation obtenue résulte, en fait, de la combinaison de plusieurs éléments de couleur voisins et non d'un seul.

Ces propriétés permettent l'utilisation des écrans composés de luminophores respectivement Rouges, Verts et Bleus déposés en lignes fines.

Le balayage, en TV couleur, est fait par 3 faisceaux très rapprochés : chacun d'entre eux étant spécifique d'un type de luminophore. A l'intensité de chacun de ces faisceaux correspond une "excitation" plus ou moins grande du type de luminophore correspondant. Il est clair que l'on aboutit ainsi à la reproduction possible de toute image colorée.

Dans un tel système additif *(1)*, l'impression visuelle de "BLANC" sera donc obtenue par l'excitation maximum des 3 types de luminophores R, V, B. ; le "NOIR" est l'absence totale d'excitation. Entre ces deux extrêmes on pourra passer, par combinaisons, par toutes les teintes.

B - CHOIX D'UN TYPE DE TELEVISEUR

Pour respecter un prix de revient compatible avec notre budget, nous avons utilisé un récepteur de télévision "grand public" : notre choix s'est porté sur un modèle "tout transistor" de bonne qualité d'image, avec tube auto-convergent (moins de réglages) et notices techniques facilement accessibles. Ce téléviseur *(2)* est un "Sony" de 44 cm, de type KD 1810 DF.

(1) On sait en effet que les peintres travaillent en synthèse soustractive ; leurs primaires étant Magenta, Cyan, Jaune.
Chaque nouvelle couleur déposée se soustrait à la précédente : le "BLANC" étant dans un tal système l'absence de dépôt de couleur (couleur de la feuille ou de la toile) ; le "NOIR" est obtenu théoriquement par un dépôt en quantité égale sur le support des 3 primaires.

(2) Les premiers essais furent effectués sur un vieux récepteur TV à lampes, mais ce type d'expérience s'est révélé peu satisfaisant l'interface étant plus compliqué.

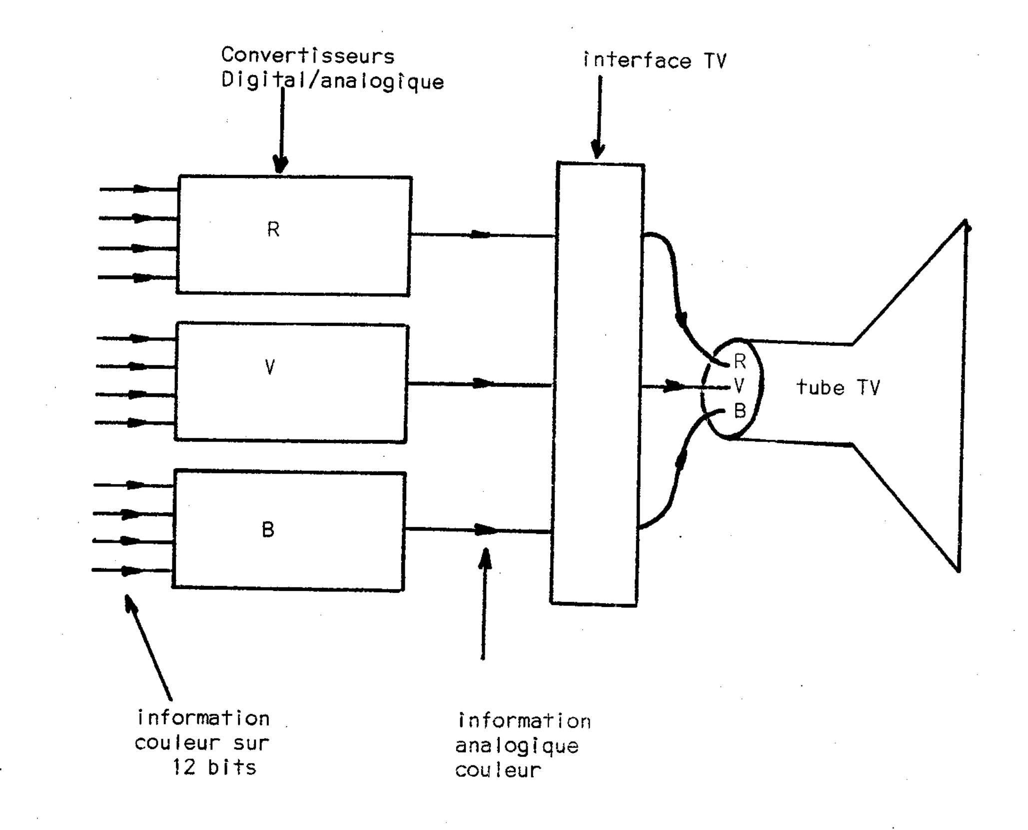
On a vu plus haut que l'on dispose de 16 positions par mot mémoire ; 12 seront utilisées pour coder une couleur. On peut donc faire cette décomposition simple :

4 bits pour le Rouge soit 16 niveaux d'intensité

4 bits pour le Vert soit 16 niveaux d'intensité

4 bits pour le Bleu soit 16 niveaux d'intensité.

Mais les 3 canons (RVB) du téléviseur ne sont pas conçus pour recevoir du binaire : il leur faut un signal analogique ; il convient donc d'interposer un convertisseur digital analogique par voie (figure 7).



- figure 7 -

V - REALISATION DES CONVERTISSEURS DIGITAUX/ANALOGIQUES

Il n'existe pas, à notre connaissance, de convertisseur Digital/Analogique (D/A) de 4 bits dans le commerce (nous n'en trouvons qu'à partir de 8 bits). Nous avons donc été amené à réaliser les trois convertisseurs nécessaires.

A - CARACTERISTIQUES NECESSAIRES AUX CONVERTISSEURS

Un temps de conversion aussi faible que possible se révéla le problème le plus important concernant les convertisseurs. En effet il faut se rappeler que le spot parcourt un P.C. en 732 ns. Si l'on accepte de perdre 1/10ème de ce temps pour effectuer la conversion D/A, on devra confectionner un convertisseur de temps de conversion $\leq$ 73 nS.

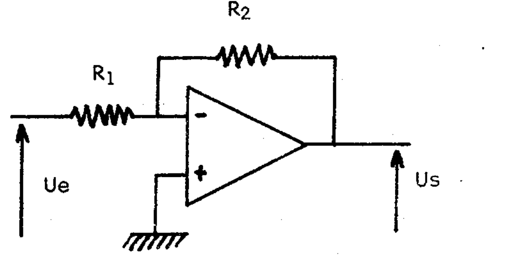
La précision de la conversion, elle, sera de toute façon suffisante dans le cas choisi de 16 niveaux.

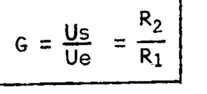
Le prix de revient reste aussi, ne l'oublions pas, une préoccupation fondamentale.

B - PRINCIPE D'UN CONVERTISSEUR D/A

Pour le lecteur non électronicien (ne connaissant que la loi d'Ohm), nous allons donner ici une démonstration de fonctionnement d'un tel convertisseur.

L'équation du gain d'un amplificateur (figure 8) au signe près, s'écrit ainsi :





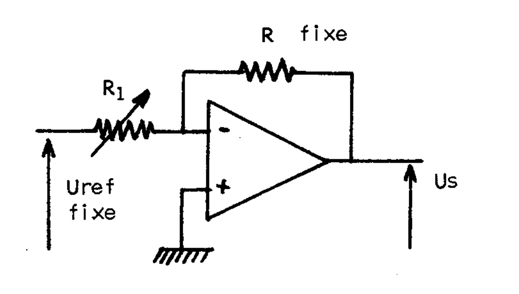
$$G = \frac{Us}{Ue} = \frac{R_2}{R_1}$$

- figure 8 -

Ce gain est donc seulement proportionnel au rapport des deux résistances R_2/R_1.

Si maintenant la tension d'entrée Ue devient une tension fixe que l'on appelera Uref (tension de référence) et si R_2 est aussi une valeur fixe R on pourra encore faire varier le gain **G** et par conséquent la

la tension de sortie Us en faisant varier R_1 (figure 9)



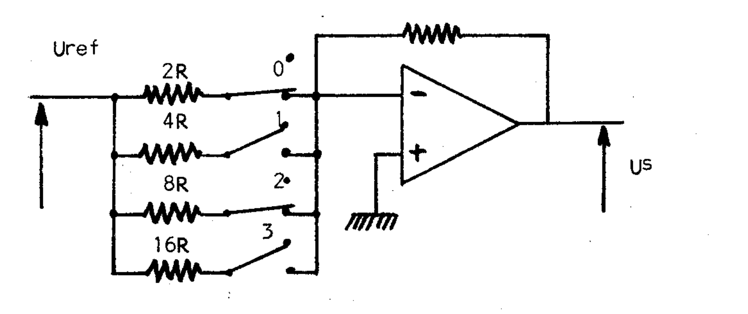
$$G = \frac{Us}{Uref} = \frac{R}{R_1}$$

et l'on a donc

$$U_s = U_{ref} \times \frac{R}{R_1}$$

- figure 9 -

Il suffirait donc de faire varier R_1 en fonction de la valeur binaire à convertir pour obtenir un signal analogique correspondant à cette valeur binaire (voir figure 10)



- figure 10 -

Dans ce nouveau schéma figurent 4 interrupteurs. Chacun d'eux peut être en *position ouverte* ou en *position fermée*. Dans le cas illustré ici, 0 et 2 sont fermés, 1 et 3 sont ouverts. Etant donné que les 2 résistances 2R et 8R sont connectées en parallèle (action des interrupteurs 0 et 2), on peut dire que l'on obtient une résistance Req, équivalent à

$$\frac{1}{Req} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{8R}$$

soit

$$Req = \frac{16}{10}$$

- figure 11 -

Pour cet exemple nous avons

$$Us = Uref \times \frac{10}{16}$$

En fait, l'ouverture ou la fermeture des interrupteurs n'est pour nous que le contenu du *mot binaire* (ici 4 bits) à convertir (la présence d'un 1 dans ce mot correspond à un interrupteur FERME, la présence de 0 à un interrupteur OUVERT),

l'interrupteur 0 correspondant au bit de poids fort,

l'interrupteur 3 correspondant au bit de poids faible.

Dans cet exemple nous avions à convertir un mot binaire de 4 bits (soient 16 niveaux possibles) représentant la valeur binaire 1010, soit 10 en $base_{10}$: résultat que nous obtenons grâce à notre montage, puisque

$$Us = \frac{10}{16} \times Uref$$

Pour le cas où

$$Uref = 1 \text{ volt}$$

nous avons

$$Us = \frac{10}{16} \text{ volt.}$$

Si le mot binaire à convertir passait de 0 0 0 0 à 1 1 1 1 (soit de 0 à 15 en $base_{10}$) ; Us varirait de

$$Us = 0 \text{ volt}$$

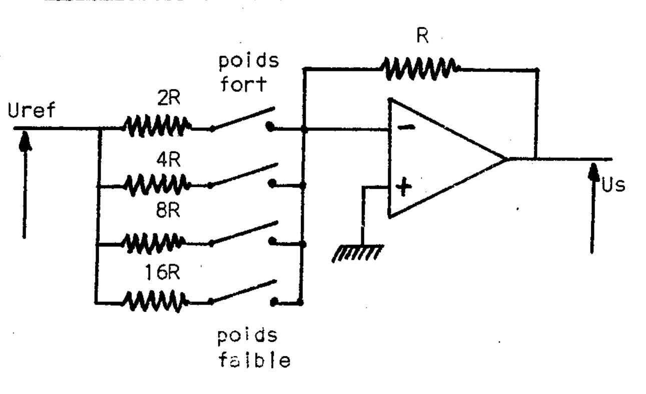
à

$$Us = \frac{15}{16} \text{ volt}$$ par incrément minimum de $\frac{1}{16}$ de volt (ce que nous appelons *résolution minimum* du convertisseur).

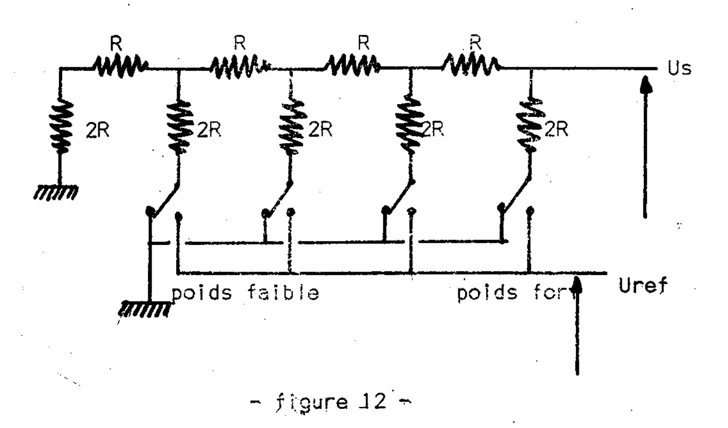
C - CHOIX DES CONVERTISSEURS

Plusieurs types de convertisseurs ont été réalisés suivant 2 principes : convertisseurs à diviseur résistif et convertisseurs à échelle, dont les shémas de principe sont les suivants (figure 12)

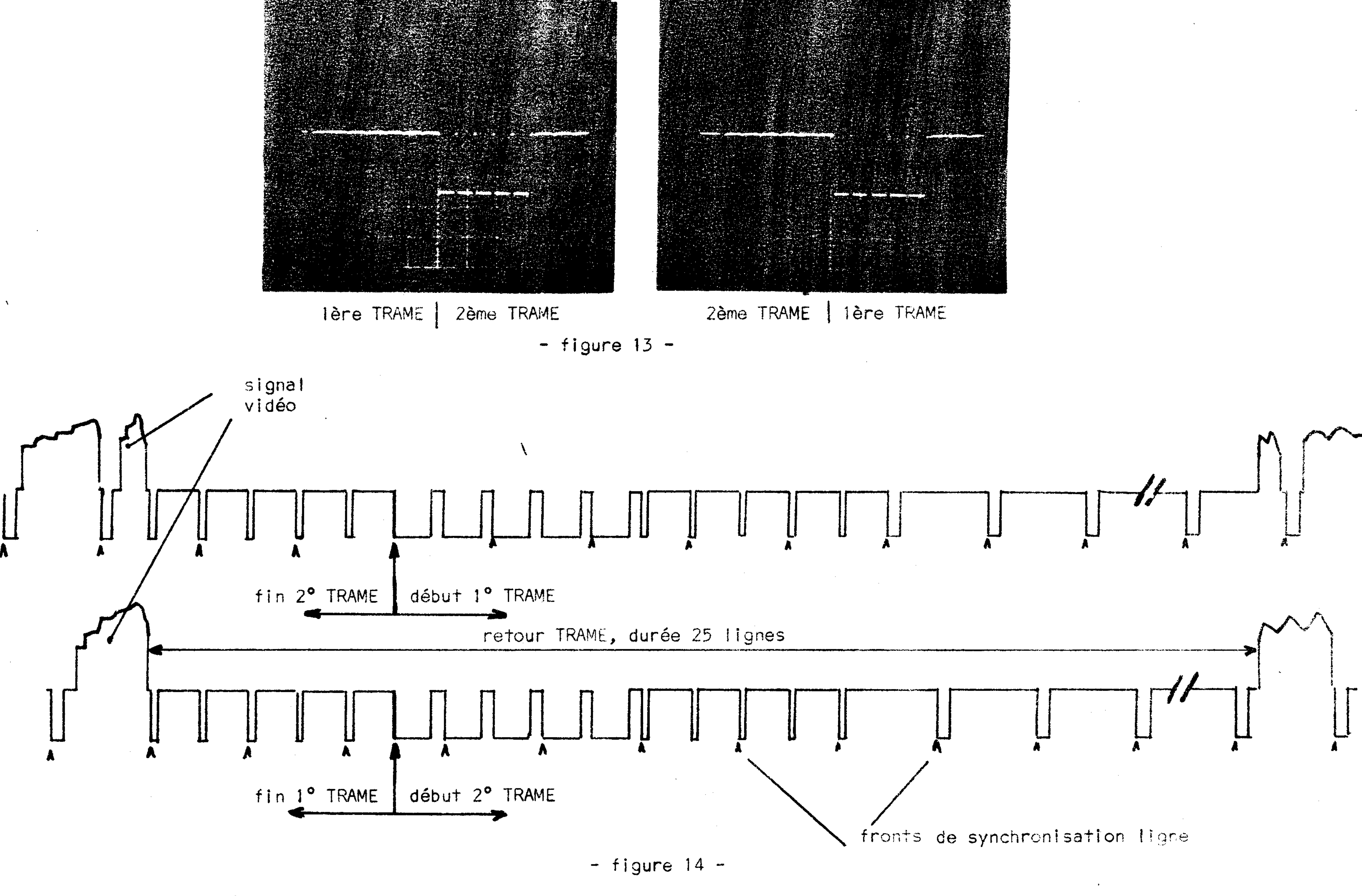
1) Diviseur à résistance



2) Diviseur à échelle



- figure 12 -



- figure 13 -

- figure 14 -

Les essais avec le convertisseur de type 1 ont donné des résultats médiocres (temps de conversion 130 nS) pour un prix relativement élevé (du fait de l'utilisation d'un amplificateur rapide coûtant environ 150 Frs).

Par contre le diviseur à échelle adopté donne une conversion en 52 nS, sa mise en oeuvre est très simple et son prix est de l'ordre de 7 Frs (1975).

VI - CONNEXION DE COLORIX ET DU TELEVISEUR

Toute la partie réception vidéo HF du téléviseur ayant été au préalable déconnectée, on ne conserve au niveau du tube que les circuits de balayage et les trois amplis R V B.

Nos signaux R V B vidéo sortant des convertisseurs n'étant pas dans la gamme de tension nécessaire aux amplis R V B du téléviseur, il y a donc derrière chaque convertisseur un adaptateur de niveau (un transistor).

A - SYNCHRONISATION LIGNE ET TRAME DU TELEVISEUR

Un signal de synchronisation est envoyé à l'entrée du circuit de balayage du téléviseur par COLORIX ; en effet il est nécessaire, quel que soit le système, d'obtenir une régularité au niveau du balayage. Cette fonction est réalisée par un oscillateur de synchronisation inclus dans COLORIX, qui fournit à la télévision différents tops correspondants au début de chaque ligne et au début de chaque trame.

La forme (figure 13) et la décomposition (figure 14) dans le temps de ces tops de synchro reçus par le téléviseur étant assez compliqués, nous n'en détaillerons pas ici les caractéristiques. Qu'il nous suffise de

dire qu'à l'aide de circuits intégrateurs et différenciateurs, le téléviseur extrait du signal global de synchronisation

- les tops de synchro. ligne
- les tops de synchro. trame (1/2 image).

COLORIX utilise, pour son propre compte ces tops de synchro. ligne :

- pour déclencher, à chaque nouvelle ligne, un oscillateur asynchrone rapide vidant le contenu d'un des deux registres sur l'écran du TV via les convertisseurs et l'interface ;
- pour basculer toutes les 5 lignes (grâce à un multiplexeur de deux voies vers une) du registre 1 au registre 2 (l'un se remplissant avec le contenu d'une ligne de P.C. dans la mémoire de COLORIX, tandis que l'autre, devenant registre rapide *(1)*, se vide pendant 5 lignes pendant 5 lignes consécutives du téléviseur).

B - LE DIALOGUE ENTRE L'ORDINATEUR ET COLORIX

Dans la configuration matérielle actuelle de Vincennes nous disposons au Département d'Informatique :

(1) Les 2 registres rapides sont en fait réalisés avec des mémoires RAM de 4x16 bits et ont une capacité maximum de 80 mots de 12 bits (ici seulement 71 mots sont utilisés).

- d'un ordinateur T1600 de la Télémécanique Electrique de taille mémoire de 16 K mots de 16 bits ;
- des périphériques suivants : unité de disques (10 M octets), lecteur de cartes, imprimante 600 lignes ;
- d'une interface universelle comportant 2 mots de 16 bits en entrée et de 2 mots de 16 bits en sortie avec 2 bits de dialogue (un pour l'entrée, un pour la sortie). C'est l'un de ces mots de sortie que nous utilisons pour envoyer des informations à COLORIX.

Avec cette interface le dialogue ORDINATEUR-COLORIX est très simple.

Quand l'ordinateur est prêt à envoyer une information à COLORIX, il positionne son bit de sortie à 1 ; COLORIX, s'il est prêt (mémoire libre d'accès), accepte l'information et répond sur le bit d'entrée, ce qui a pour effet de remettre à 0 le bit de sortie ; l'ordinateur peut alors présenter une nouvelle information suivant le même processus.

Deux types d'information sont reçus par COLORIX :

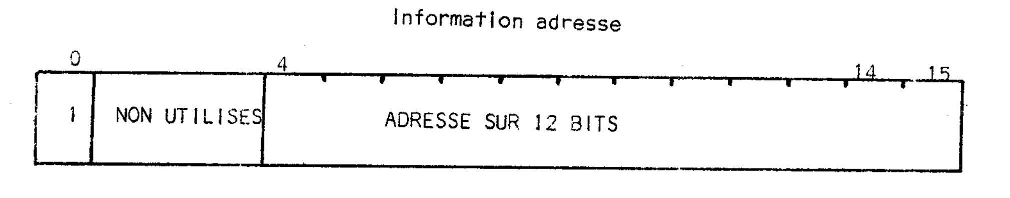
- adresse ;
- couleur.

En effet, avant de remettre une couleur dans un P.C. il faut d'abord communiquer à COLORIX en quel point de l'écran on veut accéder. Chaque

P.C., on l'a vu, est adressé de 0 à 4046, le P.C. 0 étant en haut et à gauche de l'écran et le P.C. 4046 en bas et à droite de l'écran.

Les informations reçues par COLORIX sont de deux types : information-adresse et information-couleur.
L'information adresse, caractérisée par la valeur égale à 1 du bit 0 , occupe les 12 bits de poids faible du mot.
L'information-couleur, caractérisée par la valeur égale à 0 du bit 0 , occupe aussi les 12 bits de poids faible du mot, mais en trois zones de 4 bits chacunes (figure 15)

Information adresse



Information couleur

0	1–3	4 5 6 7	8 9 10 11	12 13 14 15
0	NON UTILISES	ROUGE	VERT	BLEU

- figure 15 -

REMARQUE

Après réception de chaque information couleur le compteur d'adresse de COLORIX s'incrémente automatiquement de +1, ce qui permet d'envoyer seulement une information adresse suivie d'information-couleur quand on doit écrire des P.C. consécutifs sur l'écran, d'où un gain de temps.

VII - EXTENSION POSSIBLE DE COLORIX

Dans un premier temps une augmentation à 8 K de la taille mémoire de COLORIX sera très facilement réalisable.

COLORIX, tel qu'il est défini, offre la possibilité de visualiser directement les images calculées par ordinateur, mais il sera souhaitable de pouvoir intervenir sur le résultat obtenu. Ceci nous amène à envisager la réalisation de circuits complémentaires, permettant un dialogue entre COLORIX et l'ordinateur. Par cette liaison, il sera possible de modifier l'image résultante du calcul. Deux informations seront nécessaires :

- les coordonnées X et Y du point sur l'écran, celles-ci pourront être définies par l'application d'un *light pen* sur le tube cathodique (écran TV) ;
- les informations couleur.

Un codage sera fourni à partir d'un clavier de commande, une logique de commande sera chargée de transférer les informations vers l'ordinateur.

Une autre solution envisagée sera de fournir à l'ordinateur un oeil électronique. L'organe récepteur est une caméra de télévision.

On envisagera par la suite l'adjonction de microprocesseurs prenant en compte certaines tâches réalisées actuellement par le logiciel *(1)* ; COLORIX aura ainsi quelque chance de devenir un périphérique intelligent.

(1) Une initialisation de l'écran pourrait être faite très rapidement par une commande appropriée, etc.

VIII - PROGRAMMATION DE COLORIX

Plusieurs sous-programmes de base sont disponibles : Ils facilitent la programmation de COLORIX.

Ces sous-programmes sont écrits en PL 1600 et en FORTRAN. Ils peuvent être appelés par tout programme FORTRAN qui au LINK ouvrira la bibliothèque contenant ces sous-programmes.

A - INITV (IR, IV, IB)

IR niveau du Rouge de 0 à 15

IV niveau du Vert de 0 à 15

IB niveau du Bleu de 0 à 15

Par un appel à ce sous-programme on initialisera tout l'écran à la couleur composée par les fondamentales Rouge, Vert et Bleu.

Exemple :

CALL INITV (0, 0, 0) met l'écran au Noir

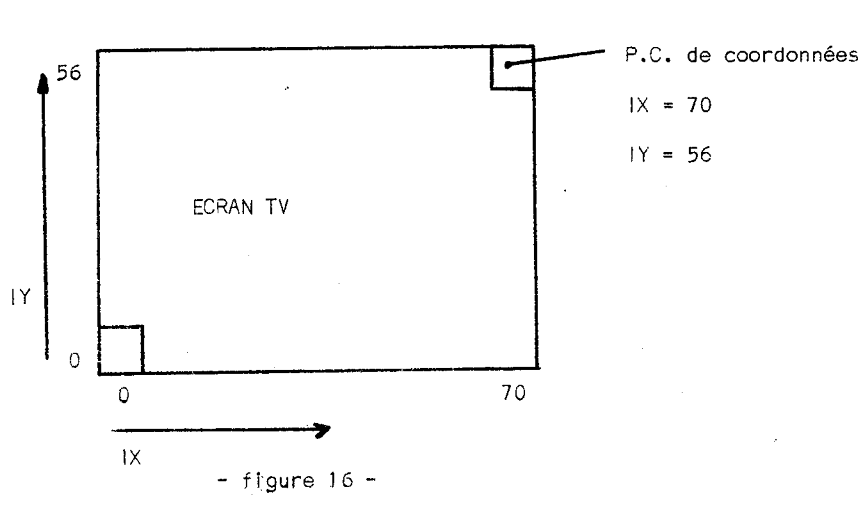
CALL INITV (6, 6, 8) met l'écran à un Gris Bleuté

B - XYRVB (IX, IY, IR, IV, IB)

écrit sur l'écran de COLORIX un P.C.

- de coordonnées IX, IY

  IX = 0, IY = 0 étant le coin inférieur gauche de l'écran



- figure 16 -

- de couleur IR, IV, IB.

Exemple :

CALL XYRVB (35, 28, 15, 15, 15)

écrit 1 P.C. Blanc au centre de l'écran

CALL XYRVB (70, 56, 15, 15, 0)

écrit un P.C. Jaune sur le coin supérieur droit de l'écran.

C - XY (IX, IY)

Initialise le compteur d'adresse de l'écran couleur aux coordonnées IX, IY.

D - RVB (IR, IV, IB)

Ecrit un P.C. sur l'écran à l'adresse précédemment définie, COLORIX incrémente ensuite automatiquement son compteur d'adresse interne.

Les deux sous-programmes XY et RVB peuvent être utilisés pour écrire des P.C. consécutifs : il suffit d'envoyer avec un CALL XY (IX, IY), l'adresse du premier P.C. à écrire et ensuite d'envoyer avec CALL RVB (IR, IV, IB) les P.C. consécutifs. On gagne ainsi un temps appréciable sur le dialogue COLORIX-ordinateur *(1)*.

Exemple :

```
        CALL XY (0, 20)      l'adresse est initialisée à la 21ème
                             ligne à partir du bas de l'écran et à
                             gauche
        DO 100  I = 1, 71
    100 CALL RVB (0, 15, 0)  la 21ème ligne est verte
```

E - XYCOLO (IX, IY, ICOUL)

XYCOLO assume la même fonction que XYRVB, mais ici la couleur n'est pas décomposée en ses trois fondamentales R, V et B. ICOUL est donc compris entre 0 et 4095.

F - IMPTV (ITAB)

Enfin il était utile de pouvoir obtenir un *dump* de l'image qui serait stockée dans un tableau ITAB (71, 57), et ceci peut être effectué par CALL IMPTV (ITAB) : on obtient sur l'imprimante le dump de l'image décomposée en R, V, B codés en hexadécimal (0 à F).

(1) En effet, le sous-programme XYRVB peut se décomposer en deux appels à sous-programmes
1er appel : envoie de l'adresse CALL XY
2ème appel : envoie de la couleur CALL RVB.

CONCLUSION

Au terme de ce travail, nous ne pouvons finalement que constater avec joie que l'entreprise COLORIX commence, grâce à ses premiers utilisateurs, à se justifier par quelques résultats.

Les recherches visuelles du Groupe Art et Informatique de Vincennes semblent d'ores et déjà en profiter, dans la mesure où certains problèmes liés à la perception temporelle des couleurs peuvent être explorées dans des conditions de confort jusque là inconnues. Quelques axes de recherche se dégagent déjà, touchant aux stimulations colorées intermittentes, à l'adaptation visuelle, à l'habituation, à la perception de stimuli infraliminaires. Quelques objets plastiques nouveaux ont aussi vu le jour.

Certes, ses utilisateurs étant des artistes, COLORIX se trouve déjà utilisé pour d'autres fonctions que celles prévues par les projets initiaux et par les désiderata mêmes des plasticiens intéressés.

C'est peut être, pour prendre une analogie musicale, le lot de toute lutherie qui trouve sa réussite dans son propre inachèvement : son utilisation, faisant jaillir de nouvelles idées, suscite des problèmes nouveaux, justiciables de solutions à découvrir.

BIBLIOGRAPHIE

AUDOIRE L. & TANGUY R., *Projet COLORIX*, Rapport Technique, Département d'Informatique, Université de Paris 8, 1973.

AUDOIRE L. & TANGUY R., *COLORIX I*, Rapport Technique, Département d'Informatique, Université de Paris 8, 1974.

AUDOIRE L. & TANGUY R., *COLORIX II*, Rapport Technique, Département d'Informatique, Université de Paris 8, 1975.

CARRASCU R. & LAURET J., *Cours Fondamental de Télévision*, Edition Radio

HUITRIC H., *Une formalisation des couleurs*, Thèse de 3ème Cycle, Département d'Arts Plastiques, Université de Paris 8, 1976.

TANGUY R., *Conception et réalisation de périphériques (COLORIX)*, mémoire de maîtrise, Département d'Informatique, Université de Paris 8, octobre 1974.

CG 1000, C.I.T. ALCATEL, notice technique.

Note Technique de l'ORTF, SN 041E, Système de télévision à 625 lignes (système "L" de CCIR), caractéristiques du signal vidéo, septembre 1963.

Télévision couleur, notice R.TC.

MICHEL BRET

VISUALISATION SUR COLORIX DU JEU DE LA TOUR DE HANOI

A - LE JEU

On dispose de 3 piquets. Sur l'un d'eux (OR) sont empilées ND disques par taille décroissante. Il s'agit de transférer cette pile sur un autre piquet (BUT) en suivant les règles :

1 - ne transférer qu'un disque à la fois

2 - n'utiliser que les 3 piquets OR (origine), BUT et MED (piquet médian)

3 - ne réaliser que des empilements par tailles décroissantes.

B - ANALYSE

Il est évident que la procédure récursive suivante

&HANOI(N,OR,BUT)

réalise ce processus :

```
Si N=1 alors transférer le disque 1 du piquet OR au piquet
       BUT
Sinon  &HANOI(N-1,OR,MED)
       transférer le disque N de OR à BUT
       &HANOI(N-1,MED,BUT)
```

C - PROGRAMMATION EN L.S.E.

Les piquets sont numérotés 1, 2 et 3, MED = 6-OR-BUT.

Les disques sont représentés par ND+1 entiers (0 : pas de disque, 1 : plus petit disque, ..., ND : plus grand disque) placés dans 3 piles (les 3 colonnes d'un tableau TAB[ND+1,3]) dont les sommets sont dans un tableau S[3] . (Voir listing plus loin).

D - VISUALISATION

L'écran de COLORIX est représenté par une matrice M[I,J] de 57 lignes et 71 colonnes, les contenus des 3 piles TAB seront visualisés par la transformation linéaire :

$$TAB[I,J] \rightarrow M[40-2*I,14+22*(J-1)]$$

qui permet d'afficher 3 piquets distants de 22 unités.

Les disques seront visualisés par des segments horizontaux dont la couleur et la taille sont fonctions de l'entrée M représentant l'un d'eux. Ces disques sont affichés sur un fond d'une 3ème couleur. Le programme permet de choisir les paramètres :

ECRAN TV

14 36 58

M TAB

1 2 3

ND	:	Nombre de Disques (entier entre 2 et 11)
OR	:	piquet origine (1, 2 ou 3)
BUT	:	piquet but
R_1, V_1, B_1	:	couleur du plus petit disque (3 entiers entre
R_2, V_2, B_2	:	couleur du plus petit disque 0 et 15)
R_F, V_F, B_F	:	couleur du fond

E-ANNEXE

Une procédure (PEB) &COEC(R,V,B,L,C,DL,DC) permet d'afficher le rectangle de couleur (R,V,B) et de sommets (L,C), (L,C+DC-1), (L+DL-1,C), (L+DL-1,C+DC-1)
Une procédure (PEB) &COSTV(R,V,B) détermine la couleur des prochains segments.

C

L DC

DL

F-LISTING

```
1*PRØGRAMME ECRIT EN LSE VISUALISANT SUR CØLØRIX LE JEU DE LA TØUR DE HANOI
2*INITIALISATIØN DE L'ECRAN:
3 &INIT(4);&INEC()
4*CHØISIR UN NØMBRE D'ELEMENTS ENTRE 2 ET 10
5 AFFICHER 'ND? ';LIRE ND
6*CHØISIR UN PIQUET ØRIGINE
7 AFFICHER 'ØR? ';LIRE ØR
8*CHØISIR UN PIQUET BUT
9 AFFICHER 'BUT? ';LIRE BUT
10*TAB EST UN TABLEAU DE 3 PILES INITIALISEES A 0
11 TABLEAU TAB[ND+1,3];ZER TAB
12*S EST UN TABLEAU REPERANT LES SØMMETS DE PILES
13 TABLEAU S[3];ZER S
14*CHØISIR UNE CØULEUR DE FØND(3 ENTIERS ENTRE 0 ET 15)
15 AFFICHER 'RF,VF,BF? ';LIRE RF,VF,BF
16*AFFICHAGE DU FØND
17 &CØSTV(RF,VF,BF);&CØEC(RF,VF,BF,1,1,56,70);&ECRAN()
18*CHØISIR UNE CØULEUR DE HAUT DE PILE
19 AFFICHER 'R1,V1,B1? ';LIRE R1,V1,B1
20*CHØISIR UNE CØULEUR DE BAS DE PILE
21 AFFICHER 'R2,V2,B2? ';LIRE R2,V2,B2
22*CALCUL DES PAS D'INCREMENTATIØN DES CØULEURS
23 DR←(R2-R1)/(ND-1);DV←(V2-V1)/(ND-1);DB←(B2-B1)/(ND-1)
24*LA PILE ØRIGINE EST REMPLIE PAR DES ENTIERS CRØISSANTS FIGURANT LES
25*ELEMENTS DE TAILLE CRØISSANTE ET DE CØULEUR VARIABLE
26*CES ELEMENTS SØNT AFFICHES PAR LA PRØCEDURE AFSEG
27 FAIRE 28 PØUR I←1 JUSQUA ND
28 S[ØR]←I;TAB[I,ØR]←ND-I+1;&AFSEG(ØR)
29*APPEL DE LA PRØCEDURE RECURSIVE HANØI
30 &HANØI(ND,ØR,BUT)
31 TERMINER
100 PRØCEDURE &HANØI(N,ØR,BUT) LØCAL BUT,ØR,N
103*PØUR N=1 IL Y A TRANSFERT DE L'ELEMENT 1 DE ØR VERS BUT
104 SI N=1 ALØRS DEBUT &TRANS(1,ØR,BUT);RETØUR FIN
105*PØUR N>1 IL Y A APPEL DE HANØI PØUR N-1,ØR,PIQUET MEDIAN
106 &HANØI(N-1,ØR,6-ØR-BUT)
107*PUIS TRANSFERT DE L'ELEMENT N DE ØR A BUT
108 &TRANS(N,ØR,BUT)
109*PUIS APPEL DE HANØI DE N-1,PIQUET MEDIAN,BUT
110 &HANØI(N-1,6-ØR-BUT,BUT)
111 RETØUR
```

```
120 PRØCEDURE &TRANS(N,ØR,BUT) LØCAL BUT,ØR,N
121*ANNULER LE SØMMET DE LA PILE ØR
122 TAB[S[ØR],ØR]←0
123*EFFACER DE L'ECRAN CE SØMMET DE PILE
124 &AFSEG(ØR)
125*DECREMENTER CE SØMMET DE PILE
126 S[ØR]←S[ØR]-1
128*INCREMENTER LE SØMMET DE LA PILE BUT
129 S[BUT]←S[BUT]+1
130*PLACER L'ELEMENT AU SØMMET DE LA PILE BUT
131 TAB[S[BUT],BUT]←N
132*AFFICHER CET ELEMENT SUR L'ECRAN
133 &AFSEG(BUT)
134 RETØUR
140 PRØCEDURE &AFSEG(J)
141*L'ENTIER PLACE AU SØMMET DE LA PILE J DØNNE LA TAILLE
142 I←S[J];M←TAB[I,J]
143*AINSI QUE LES CØØRDØNNEES DE SØN CENTRE
144 L←40-2*I;C←14+22*(J-1)
145 SI M=0 ALØRS ALLER EN 150
146*SI M#0 CALCULER LA CØULEUR EN FØNCTIØN DE LA TAILLE M
147 R←R1+(M-1)*DR;V←V1+(M-1)*DV;B←B1+(M-1)*DB
148*AFFICHAGE DU SEGMENT AINSI DEFINI
149 &CØSTV(R,V,B);&CØEC(R,V,B,L,C-M,2,2*M);&ECRAN();RETØUR
150*SI M=0 ALØRS AFFICHER UN SEGMENT DE LA CØULEUR DU FØND
151 &CØSTV(RF,VF,BF);&CØEC(RF,VF,BF,L,C-10,2,20);&ECRAN()
152 RETØUR
```



AVERTISSEMENT

Le présent bulletin répond à une visée toute didactique : livrer sous forme accessible aux nouveaux venus dans les groupes de travail courants

- de l'information technique et bibliographique en rapport avec leurs disciplines

- des programmes commentés de tous niveaux permettant un accès relativement rapide à des techniques de programmation appropriées, ainsi qu'à une implémentation aisée.

On s'est efforcé, dans la mesure du possible, de ne pas établir de clivage trop net entre les disciplines concernées (musique, arts plastiques, poésie, architecture, logique, informatique), mais tout au contraire de les unifier, ne serait-ce que par des techniques de programmation communes.

L'aspect pédagogique d' ARTINFO/MUSINFO reflète une préoccupation constante du groupe, à savoir ne pas se satisfaire en dernier ressort de méthodes de programmation trop élémentaires.

Pour tous renseignements et composition des livraisons à venir, s'adresser à

Jacques ARVEILLER
Département d'Informatique
Université Paris VIII
Route de la Tourelle
75571 PARIS CEDEX 12

Pour tout envoi, s'adresser à Patrick GREUSSAY, même adresse.

ARTINFO/MUSINFO est imprimé au Département d'Informatique de l'Université Paris 8.

En dépit de la vérification effectuée avant l'expédition de chacune de nos publications, une erreur d'assemblage reste possible.

En ce cas, nos abonnés sont priés de nous en aviser en nous retournant **dans les trois mois de la réception** la présente fiche après l'avoir complétée.

Il leur sera donné immédiatement satisfaction.

Nom ....

Rue ....

Ville et Dép^t ....

Motif de la réclamation

....



ARTINFO MUSINFO #26

Université Paris VIII
Groupe Art et Informatique
1977